

**Method of isolating faulty cylinder in internal combustion engine**

**Patent number:** DE19813495  
**Publication date:** 1999-07-08  
**Inventor:** HAELLEBERG ROGER (SE)  
**Applicant:** SCANIA CV AB (SE)  
**Classification:**  
- international: G01M15/00  
- european: F02D41/22; G01M15/04D8  
**Application number:** DE19981013495 19980326  
**Priority number(s):** DE19981013495 19980326

**Also published as:**

SE9901067 (L)  
SE517393 (C2)

**Abstract of DE19813495**

The method for isolating a faulty internal combustion engine cylinder involves selecting one of the cylinders. The others are supplied with a fuel amount corresponding to the idling operation of the engine. The test cylinder is fed with a larger amount. The resulting rpm increase of the engine is measured. Each of the other cylinders is fed with the preset increased fuel amount. The cylinder with the lowest rpm increase is faulty.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 198 13 495 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 M 15/00**

⑳ Aktenzeichen: 198 13 495.9-52  
㉔ Anmeldetag: 26. 3. 98  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 7. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:  
Scania CV AB, Södertälje, SE

㉘ Vertreter:  
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
Rechtsanwälte, 81541 München

㉙ Erfinder:  
Hälleberg, Roger, Nacka, SE

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 1 95 40 826 C2  
DE 42 21 938 A1

㉛ **Verfahren zum Erkennen einer fehlerhaft funktionierenden Kolben/Zylinder-Einheit eines  
Mehrzylinder Verbrennungsmotors**

㉜ Ein Verfahren zum Erkennen einer fehlerhaft funktionierenden Kolben/Zylinder-Einheit eines Mehrzylinder Verbrennungsmotors umfaßt die Schritte des Startens des Verbrennungsmotors und Auswählens einer zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit, des Versorgens aller Kolben/Zylinder-Einheiten außer den zu prüfenden mit einer dem Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors entsprechenden Kraftstoffmenge, des Versorgens der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit mit einer vorab festgelegten Kraftstoffmenge, die deutlich über der für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt, und des Messens der sich daraus ergebenden Drehzahlsteigerung des Verbrennungsmotors. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nacheinander jede Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors mit einer erhöhten, vorab festgelegten Kraftstoffmenge, die über der für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt, versorgt und es wird die sich daraus ergebende Drehzahlsteigerung gemessen. Die erzielten Drehzahlsteigerungen werden miteinander verglichen und es wird die Kolben/Zylinder-Einheit mit der niedrigsten Drehzahlsteigerung ermittelt. Auf diese Weise ist es schnell und einfach möglich, eine fehlerhaft funktionierende Kolben/Zylinder-Einheit herauszufinden.

DE 198 13 495 C 1

DE 198 13 495 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer fehlerhaft funktionierenden Kolben/Zylinder-Einheit eines Mehrzylinderverbrennungsmotors.

Bei Mehrzylinderverbrennungsmotoren ist es häufig nicht ganz einfach, schnell festzustellen, welche der einzelnen Kolben/Zylinder-Einheiten nicht ordnungsgemäß funktioniert, wenn beispielsweise das Kraftstoffeinspritzventil einer Kolben/Zylinder-Einheit defekt ist, ein Kolbenring gebrochen ist oder ein den Gaswechsel steuerndes Ventil nicht mehr dicht abschließt. Bevor mit der eigentlichen Reparatur begonnen werden kann, ist in aller Regel eine relativ langwierige und damit kostenintensive Fehlersuche erforderlich. Manchmal läßt sich eine defekte Kolben/Zylinder-Einheit sogar erst nach einem Auseinanderbau des Verbrennungsmotors lokalisieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine defekte Kolben/Zylinder-Einheit eines Mehrzylinderverbrennungsmotors schnell und kostengünstig ermittelt werden kann.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, das die im Patentanspruch 1 angegebenen Schritte aufweist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß dieser ersten Ausgestaltung wird bei laufendem Verbrennungsmotor eine zu prüfende Kolben/Zylinder-Einheit ausgewählt. Diese Auswahl kann durch die Person erfolgen, die das Verfahren durchführt, sie kann jedoch auch automatisch erfolgen, wenn das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise in einem Motortester implementiert ist und selbsttätig abläuft, nachdem der Motortester mit der Motorsteuerung verbunden worden ist. Sodann werden alle Kolben/Zylinder-Einheiten außer der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit mit einer dem Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors entsprechenden Kraftstoffmenge versorgt. Lediglich die zu prüfende Kolben/Zylinder-Einheit wird mit einer vorab festgelegten, erhöhten Kraftstoffmenge versorgt, die über der für den Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt. Die Drehzahlsteigerung des Verbrennungsmotors, die sich aus dieser im Vergleich zum Leerlaufbetrieb erhöhten Kraftstoffzufuhr ergibt, wird gemessen. Danach wird eine andere Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors ausgewählt und es wird dieser Kolben/Zylinder-Einheit die vorab festgelegte, gegenüber dem Leerlaufbetrieb erhöhte Kraftstoffmenge zugeführt, während den übrigen Kolben/Zylinder-Einheiten die dem Leerlaufbetrieb entsprechende Kraftstoffmenge zugeführt wird. Es wird wiederum die sich ergebende Drehzahlsteigerung des Verbrennungsmotors gemessen.

Die vorgenannten Schritte werden für jede Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors durchgeführt, d. h. jeder Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors wird im Verlaufe des erfindungsgemäßen Verfahrens einmal eine im Vergleich zum Leerlaufbetrieb erhöhte Kraftstoffmenge zugeführt, während die übrigen Kolben/Zylinder-Einheiten mit der dem Leerlaufbetrieb entsprechenden Kraftstoffmenge versorgt werden.

Schließlich werden die erzielten Drehzahlsteigerungen miteinander verglichen und es wird die niedrigste Drehzahlsteigerung ermittelt. Diejenige Kolben/Zylinder-Einheit, zu der diese gemessene, niedrigste Drehzahlsteigerung gehört, ist die defekte Kolben/Zylinder-Einheit.

Selbstverständlich läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch dahingehend erweitern, daß nicht nur die niedrigste Drehzahlsteigerung, sondern auch die zweitniedrigste und, falls gewünscht, auch die drittniedrigste Drehzahlsteigerung ermittelt wird. Auf diese Weise können, falls vorhan-

den, nicht nur eine sondern mehrere defekte Kolben/Zylinder-Einheiten schnell und einfach ermittelt werden. Als Faustregel gilt hierbei, daß nur diejenigen Kolben/Zylinder-Einheiten fehlerhaft sind, bei denen die gemessene Drehzahlsteigerung deutlich unter einer maximalen, bei einer anderen Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors gemessenen Drehzahlsteigerung liegt. Ein Vergleich der erzielten Drehzahlsteigerungen kann auch mit einem Referenzwert erfolgen, der an einem ordnungsgemäß funktionierenden Motor desselben Typs ermittelt wurde. Auf diese Weise kann auch festgestellt werden, ob möglicherweise alle Kolben/Zylinder-Einheiten des überprüften Verbrennungsmotors nicht mehr ordnungsgemäß funktionieren.

Ersichtlich gibt das erfindungsgemäße Verfahren nicht die Ursache der Fehlfunktion einer Kolben/Zylinder-Einheit an, es ermöglicht jedoch die sehr schnelle Lokalisierung einer oder mehrerer defekter Kolben/Zylinder-Einheiten und verkürzt damit entscheidend die Zeitdauer, die bis zur Einleitung einer zielgerichteten Reparatur vergeht. Die Kosten der gesamten Reparatur werden dadurch niedriger.

Wenn die Drehzahlsteigerung einer überprüften Kolben/Zylinder-Einheit niedriger ausfällt als erwartet, kann dies beispielsweise daran liegen, daß die Kompression der untersuchten Kolben/Zylinder-Einheit nicht mehr das ursprüngliche Maß erreicht, weil z. B. das Spiel zwischen dem Kolben bzw. den Kolbenringen und dem zugehörigen Zylinder zu groß geworden ist, weil ein Kolbenring gebrochen ist, oder weil mindestens ein den Gaswechsel im Brennraum steuerndes Ventil (Einlaßventil, Auslaßventil) nicht mehr dicht schließt, es kann aber auch daran liegen, daß die Kraftstoffeinspritzdüse einer Kolben/Zylinder-Einheit nicht richtig funktioniert, oder es kann an einer mangelhaften Zündung des im Brennraum vorhandenen Kraftstoff/Luftgemisches liegen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Wert der bei jeder einzelnen Kolben/Zylinder-Einheit erzielten Drehzahlsteigerung abgespeichert, beispielsweise in einem elektronischen Motortester, der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden kann. Die Abspeicherung der Werte für die erzielten Drehzahlsteigerungen vereinfacht nach dem Überprüfen aller Kolben/Zylinder-Einheiten des zu untersuchenden Verbrennungsmotors den abschließenden Vergleich.

Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zusätzlich zu der bei der Überprüfung einer einzelnen Kolben/Zylinder-Einheit erfolgenden Messung der Drehzahlsteigerung auch das vom Verbrennungsmotor entwickelte Drehmoment gemessen. Die Messung des Drehmoments kann unter einer bestimmten, vorgegebenen Last erfolgen. Bei einer abgewandelten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Messung des Drehmoments anstelle der Messung der Drehzahlsteigerung vorgenommen.

Die eingangs genannte Aufgabe ist erfindungsgemäß auch durch ein Verfahren gelöst, das die im Patentanspruch 4 angegebenen Schritte aufweist.

Bei dieser zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Übereinstimmung mit der ersten Ausgestaltung eine zu prüfende Kolben/Zylinder-Einheit ausgewählt. Dann werden ein Anfangsdrehzahlwert, der dem Leerlaufdrehzahlwert entsprechen kann, und ein gegenüber dem Anfangsdrehzahlwert erhöhter Enddrehzahlwert vorgegeben. Anschließend werden wie bei der ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens alle Kolben/Zylinder-Einheiten außer der zu prüfenden mit einer dem Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors entsprechenden Kraftstoffmenge versorgt, während der zu prüfenden Kolben/Zy-

linder-Einheit eine vorab festgelegte, erhöhte Kraftstoffmenge zugeführt wird, die über der für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt. Es wird dann die Zeitdauer gemessen, die für den Anstieg der Motordrehzahl vom Anfangsdrehzahlwert bis zum Enddrehzahlwert benötigt wird. Dieses Vorgehen wird bei allen Kolben/Zylinder-Einheiten des zu prüfenden Verbrennungsmotors durchgeführt. Die gemessenen Zeiten werden verglichen und es wird die Kolben/Zylinder-Einheit mit der längsten gemessenen Zeit ermittelt. Bei dieser handelt es sich um die nicht ordnungsgemäß funktionierende Kolben/Zylinder-Einheit.

Selbstverständlich können auch bei der zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mehrere defekte Kolben/Zylinder-Einheiten festgestellt werden, wenn beispielsweise die zweitlängste und drittlängste gemessene Zeit ermittelt wird und/oder die gemessenen Zeiten mit einer Referenzzeitdauer verglichen werden, die eine ordnungsgemäß funktionierende Kolben/Zylinder-Einheit eines Verbrennungsmotors des gleichen Typs für den vorgegebenen Drehzahlanstieg benötigt.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens in seiner zweiten Ausgestaltung wird auch mindestens ein Zwischendrehzahlwert gemessen und zeitlich zugeordnet, d. h. es wird der zeitliche Verlauf des Drehzahlanstiegs erfaßt.

Bei beiden Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die erhöhte Kraftstoffmenge der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit vorzugsweise über eine festgelegte Anzahl von Einspritzzyklen zugeführt. Bei der ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dann die nach Ablauf der festgelegten Anzahl von Einspritzzyklen erreichte Enddrehzahl festgehalten. Bei der zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann gemäß einer Weiterbildung die Zufuhr der erhöhten Kraftstoffmenge zur zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit abgebrochen werden, bevor die festgelegte Anzahl von Einspritzzyklen durchlaufen worden ist, dann nämlich, wenn die vorgegebene Enddrehzahl schon vor Ablauf dieser Anzahl von Einspritzzyklen erreicht worden ist.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung bereits ersichtlich wurde, kann das erfindungsgemäße Verfahren weitgehend manuell durchgeführt werden, es ist jedoch mit Vorteil in einem elektronischen Motortester implementiert, wie er heutzutage in Werkstätten üblicherweise verwendet wird. Ein solcher Motortester wird über einen Diagnosestecker mit dem zu prüfenden Verbrennungsmotor verbunden und kommuniziert dann mit der elektronischen Motorsteuerung dieses Verbrennungsmotors. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dann quasi "auf Knopfdruck" selbsttätig ablaufen.

Ebenso ist es möglich, daß das erfindungsgemäße Verfahren in der elektronischen Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors selbst implementiert ist. Es kann dann entweder durch eine Ansteuerung von außen zur Durchführung gebracht werden, es kann jedoch auch selbsttätig ablaufen, beispielsweise in bestimmten Zeitabständen oder nach einer bestimmten Anzahl von Startvorgängen etc.. Auf diese Weise kann das erfindungsgemäße Verfahren Teil eines Selbstdiagnosesystems des Fahrzeuges sein, welches beim Auftreten eines Fehlers automatisch eine entsprechende Meldung an den Fahrzeugbenutzer abgibt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer fehlerhaft funktionierenden Kolben/Zylinder-Einheit eines laufenden Mehrzylinderverbrennungsmotors, mit den Schritten:
  - a) Auswählen einer zu prüfenden Kolben/Zylinder-

der-Einheit,

- b) Versorgen aller Kolben/Zylinder-Einheiten außer der zu prüfenden mit einer dem Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors entsprechenden Kraftstoffmenge, Versorgen der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit mit einer vorab festgelegten, erhöhten Kraftstoffmenge, die über der für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt, und Messen der sich daraus ergebenden Drehzahlsteigerung des Verbrennungsmotors,
  - c) Durchführen des Schrittes b) für jede Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors mit der gleichen vorab festgelegten, erhöhten Kraftstoffmenge,
  - d) Vergleichen der erzielten Drehzahlsteigerungen und Ermitteln der Kolben/Zylinder-Einheit mit der niedrigsten Drehzahlsteigerung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der beim Prüfen jeder einzelnen Kolben/Zylinder-Einheit erzielten Drehzahlsteigerung abgespeichert wird.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich oder alternativ zur Messung der Drehzahlsteigerung im Schritt b) das Drehmoment gemessen wird.
  4. Verfahren zum Erkennen einer fehlerhaft funktionierenden Kolben/Zylinder-Einheit eines laufenden Mehrzylinderverbrennungsmotors, mit den Schritten:
    - a) Auswählen einer zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit,
    - b) Vorgeben eines Anfangsdrehzahlwertes, der mit dem Leerlaufdrehzahlwert übereinstimmen kann, und eines gegenüber dem Anfangsdrehzahlwert erhöhten Enddrehzahlwertes,
    - c) Versorgen aller Kolben/Zylinder-Einheiten außer der zu prüfenden mit einer dem Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors entsprechenden Kraftstoffmenge, Versorgen der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit mit einer vorab festgelegten, erhöhten Kraftstoffmenge, die über der für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors erforderlichen Kraftstoffmenge liegt, und Messen der Zeit, die für den Anstieg der Motordrehzahl vom Anfangsdrehzahlwert zum Enddrehzahlwert benötigt wird,
    - d) Durchführen des Schrittes c) für jede Kolben/Zylinder-Einheit des Verbrennungsmotors mit der gleichen vorab festgelegten, erhöhten Kraftstoffmenge,
    - e) Vergleichen der gemessenen Zeiten und Ermitteln der Kolben/Zylinder-Einheit mit der längsten gemessenen Zeit.
  5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß während des Anstiegs der Motordrehzahl vom Anfangsdrehzahlwert zum Enddrehzahlwert auch mindestens ein Zwischendrehzahlwert gemessen und zeitlich zugeordnet wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Prüfen jeder einzelnen Kolben/Zylinder-Einheit ermittelten Zeiten abgespeichert werden.
  7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder gemessene Zwischendrehzahlwert mit seiner zeitlichen Zuordnung abgespeichert wird.
  8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erhöhte Kraftstoffmenge der zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit

über eine festgelegte Anzahl von Einspritzzyklen zugeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr der erhöhten Kraftstoffmenge zur zu prüfenden Kolben/Zylinder-Einheit vor dem Ablauf der festgelegten Anzahl von Einspritzzyklen abgebrochen wird, wenn der Enddrehzahlwert bereits vorher erreicht wird. 5

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in der elektronischen Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors implementiert ist und durch eine Ansteuerung von außen zur Durchführung gebracht wird oder selbsttätig abläuft. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65